

Н. Ф. Казакова

РОЗВИТОК ТЕОРІЇ НАПІВСТОХАСТИЧНИХ МАТРИЦЬ

У статті приводиться результат визначення впливу зовнішніх чинників на вихідну характеристику технічної системи при визначенні показників надійності у процесі її випробувань на основі розвитку окремих елементів теорії напівстохастичних матриць.

Ключові слова: напівстохастична матриця, надійність, випробування.

1. Вступ

Дослідження, про які йдеться далі, відносяться до теорії випробувань і, зокрема, до встановлення надійності та живучості технічних систем. При цьому часто виникає необхідність визначення впливу деяких чинників a_j , $j=1, n$ на вихідну характеристику y' системи. В даний час в явному вигляді зазначена задача не вирішена. Це свідчить про її актуальність.

2. Постановка проблеми

Якщо припустити, що залежність y' від a_j має вигляд

$$y' = a_1x_1 + a_2x_2 + \dots + a_nx_n, \quad (1)$$

де x_1, x_2, \dots, x_n — коефіцієнти впливу чинників a_1, a_2, \dots, a_n на величину y' , то постановкою проблеми є знаходження оцінок \hat{x}_j для x_j на основі дослідних даних.

3. Основна частина

3.1. Аналіз літературних джерел по темі дослідження. Для рішення задачі використаємо елементи теорії напівстохастичних матриць, яка була запропонована проф. Р. С. Судаковим. Узагальнення її окремих результатів щодо випробувань надійності інформаційних систем, приведений у публікаціях [1–14]. Так, зокрема, у [1] визначені загальні принципи застосування теорії псевдонапівзворотних матриць до вирішення завдань оцінки надійності систем телекомунікацій. Робота [2] акцентує увагу на теорії обслуговуванні резервних систем зв'язку з використанням матричних перетворень, а результати, отримані в [3] дозволяють оптимізувати процеси експлуатації резервних систем. Змістом робіт [4, 5] є ідеологія випробувань надійності при різноманітних варіантах включення об'єктів випробувань, що надає можливості визначення найбільш надійної структури системи. Роботи [6–8] висвітлюють моменти визначення надійності за біноміальною схемою. Зважаючи, що така схема є достатньо легкою для організації ви-

пробувань, то це веде до економії коштів та часу на їх проведення. Сама концепція випробувань за [6–8], описана в [9]. Плани проведення випробувань за розробленою концепцією, відображені у [10], а окремі її методики — у [11]. Проектний аналіз оцінювання ступеня ризику при скороченні обсягу профілактичних вимірювань об'єктів інформаційних мереж, приведений у [12, 13].

3.2. Результати досліджень. Дані, зазначені при постановці проблеми, представимо у вигляді табл. 1.

Таблиця 1

№	y'	a_1	a_2		a_n
1	y_1	a_{11}	a_{12}		a_{1n}
2	y_2	a_{21}	a_{22}		a_{2n}
...
m	y_m	a_{m1}	a_{m2}		a_{mn}

Відповідно до табл. 1, записуючи рівняння (1) для кожного з m рядків таблиці, отримаємо систему m рівнянь з n невідомими x_j :

$$\begin{aligned} a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &= y_1, \\ a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &= y_2, \\ &\dots \\ a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &= y_m. \end{aligned} \quad (2)$$

Запишемо систему (2) в такому вигляді:

$$a_i^T x = y_i, \quad i = \overline{1, m}, \quad (3)$$

$$\text{або } Ax = y, \quad (4)$$

де $A = [a_{ij}] = \begin{bmatrix} a_{11}^T \\ a_{21}^T \\ \dots \\ a_{m1}^T \end{bmatrix} = [h_1, h_2, \dots, h_n]$ — матриця, скла-

дена з коефіцієнтів a_{ij} системи рівнянь (2);

$$a_i^T = [a_{i1} a_{i2} \dots a_{in}] \quad \text{та} \quad h_j = \begin{bmatrix} a_{1j} \\ a_{2j} \\ \dots \\ a_{mj} \end{bmatrix} \quad \text{— } i\text{-й рядок та } j\text{-й}$$

стовпець матриці A ; $x = \begin{bmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \dots \\ x_n \end{bmatrix}$ та $y = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \dots \\ y_m \end{bmatrix}$ —

вектор невідомих x_j та вектор правої частини рівняння (4).

Шукані оцінки \hat{x}_j для a_i^T знаходяться як рішення

системи (3) або як рішення $\hat{x} = \begin{bmatrix} \hat{x}_1 \\ \hat{x}_2 \\ \dots \\ \hat{x}_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \hat{x}_1 & \hat{x}_2 & \dots & \hat{x}_n \end{bmatrix}^T$ рівняння (4).

Приведені викладки в подальшому доцільно використати для синтезу рекурентного методу обчислення надійності, який може виявитися стійким до погрешностей округлення статистичних даних.

Література

1. Казакова Н. Ф. Применение теории псевдополубратных матриц к решению задач по оценке надежности систем телекоммуникаций. Часть 1. Общие положения [Текст] / А. А. Скопа, Н. Ф. Казакова // Праці УНДІРТ. — О. : УНДІРТ. — 2002. — № 4(32). — С. 88–91.
2. Скопа О. О. Обслуговування резервних систем зв'язку [Текст] / О. О. Скопа // Наукові праці ДонДТУ. — Донецьк : РВА ДонДТУ, 2002. — № 38. — С. 89–91.
3. Скопа О. О. Оптимізація експлуатації резервних систем телекомунацій [Текст] / О. О. Скопа // Праці УНДІРТ. — О. : УНДІРТ. — 2002. — № 1(29). — С. 91–93.
4. Скопа О. О. Інтервальне оцінювання надійності T -систем з паралельним з'єднанням елементів за результатами їх біноміальних іспитів [Текст] / О. О. Скопа // Наукові праці Одеської національної академії зв'язку. — О. : ОНАЗ ім. О. С. Попова. — 2002. — № 1. — С. 65–71.
5. Скопа О. О. Оцінка надійності систем телекомунацій з послідовним з'єднанням об'єктів за результатами їх біноміальних іспитів з зупинкою [Текст] / О. О. Скопа, В. Г. Головань // Наукові записки УНДІЗ. — К. : УНДІЗ. — 2008. — № 4(6). — С. 75–79.
6. Скопа А. А. Надежность работы линии связи, состоящей из основного и резервного каналов [Текст] / И. П. Панфилов, А. А. Скопа // Радиотехника. — Харьков : ХТУРЭ. — 2002. — № 128. — С. 91–96.
7. Скопа О. О. Однобiчна процедура контролю надiйностi резервних каналiв зв'язку [Текст] / О. О. Скопа // Науковi працi ДонДТУ. — Донецьк : РВА ДонДТУ. — 2002. — № 47. — С. 168–175.
8. Скопа О. О. Бiномiальна схема контрольних випробувань резервних систем зв'язку [Текст] / О. О. Скопа // Збiрник наукових праць УДМТУ. — Миколаїв : УДМТУ. — 2002. — № 7(385). — С. 116–124.
9. Скопа О. О. Концепцiя контрольних випробувань резервних систем на основi бiномiальної схеми [Текст] / О. О. Скопа, С. Л. Волков, А. В. Мiнiн // Інформацiйна безпека. — Луганськ : СНУ ім. В. Даля. — 2011. — № 2(6). — С. 69–76.
10. Скопа О. О. Плани проведення випробувань надiйностi систем телекомунацiй з накопиченням пошкоджень [Текст] / О. О. Скопа // Працi УНДІРТ. — О. : УНДІРТ. — 2003. — № 3(35). — С. 104–106.
11. Казакова Н. Ф. Вплив функціональної надмірності резервованих систем телекомунацій на скорочення обсягів їх випробувань на надійність [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова, О. С. Мурін // Наукові праці ДонДТУ. — Донецьк : РВА ДонДТУ. — 2003. — № 58. — С. 115–121.
12. Казакова Н. Ф. Проектний аналіз оцінювання ступеня ризику при скороченні обсягу профілактичних вимірювань об'єктів інфомереж [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова // Вісник Львівського національного аграрного університету. — Л. : Львівський нац. агроун-т. — 2008. — № 12. — С. 66–71.
13. Казакова Н. Ф. Встановлення ступеню ризику підприємства при скороченні обсягу профілактичних вимірювань [Текст] / О. О. Скопа, Н. Ф. Казакова, Є. О. Мініна // Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля. — Луганськ : СНУ ім. В. Даля, 2011. — № 7(161). — Ч. 1. — С. 138–141.

РАЗВИТИЕ ТЕОРИИ ПОЛУСТОХАСТИЧЕСКИХ МАТРИЦ

Н. Ф. Казакова

В статье приводится результат определения влияния внешних факторов на выходную характеристику технической системы при определении показателей надежности в процессе ее испытаний на основе развития теории отдельных элементов теории полустохастиических матриц.

Ключевые слова: полустохастиическая матрица, надежность, испытание.

Надежда Феликсовна Казакова, докторант кафедры информационных систем в экономике Одесского национального экономического университета, тел.: (050) 512-98-99, (094) 955-94-18, e-mail: kaz2003@ukr.net.

DEVELOPMENT OF THE THEORY OF SEMISTOCHASTIC MATRICES

N. Kazakova

The article contains the result of the influence of external factors on output characteristic of technical systems in determining its reliability tests on the basis of the theory of individual elements of the matrix theory semistochastic.

Keywords: semistochastic matrix, reliability, test.

Nadezhda Kazakova, doctoral student at the Department of information systems in economy of Odessa National Economic University, tel.: (050) 512-98-99, (094) 955-94-18, e-mail: kaz2003@ukr.net.